Ueber das Verhältniss

der

Phosphorsäure zum Stickstoff im Harn

bei

Fütterung mit Gehirnsubstanz.

Der medicinischen Facultät

der

Königl. Ludwig-Maximilians-Universität München

unter dem Präsidium des Hrn. Prof. Carl v. Voit

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Georgios Politis

aus Corfu.

München.

Druck von R. Oldenbourg.

1884.

Ueber das Verhältniss

der

Phosphorsäure zum Stickstoff im Harn

bei

Fütterung mit Gehirnsubstanz.

Der medicinischen Facultät

der

Königl. Ludwig-Maximilians-Universität München

unter dem Präsidium des Hrn. Prof. Carl v. Voit

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Georgios Politis

aus Corfu.

München.

Druck von R. Oldenbourg.

1884.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554602_0075

„Τοῖς ἐμοῖς γονεῦσιν“

ὁ γράψας.

Die grosse Verbreitung des Phosphors in der Organisation, sowie der Umstand, dass derselbe zu den hauptsächlichsten Gewebsbildnern, den Albuminaten, in einer unverkennbaren Beziehung steht, spricht für eine nicht unwichtige Rolle desselben beim Aufbau der Organisation und zur Entfaltung der Lebensvorgänge. Seine Wichtigkeit wurde auch schon lange erkannt, und alle diejenigen, welche dem Stoffwechsel des thierischen Organismus näher getreten sind, haben auch den Phosphor bei ihren Untersuchungen nicht unberücksichtiget gelassen.

Der Phosphor wird in die thierische Organisation bekanntlich hauptsächlich in anorganischen Verbindungen, als Phosphorsäure in Verbindung mit Kali, Natron, Kalk, Magnesia und Eisen eingeführt, seltener in organischen Verbindungen wie im Lecithin oder im Nuclein z. B. bei Genuss von Gehirn, Eidotter und einigen anderen Substanzen.

Seine Ausscheidung aus dem Körper findet beim Fleischfresser oder bei saurem Harn zum grössten Theil durch den Harn statt und nur ein geringer Theil verlässt den Körper mit den Faeces; bei Fütterung mit 1500 g Fleisch wurden z. B. bei einem Hunde nur 8 % des durch die Nahrung eingeführten Phosphors im Koth entfernt. Spuren gehen auch mit den Haaren und den Epidermisschuppen verloren.

Die ersten Bemühungen, etwas über den Phosphorumsatz im thierischen Organismus zu erfahren, beschränkten sich auf Bestimmungen der Menge der im Harn ausgeschiedenen Phosphorsäure ohne Berücksichtigung der in der Nahrung enthaltenen, und erst durch die Untersuchungen von Th. Bischoff und C. Voit[1]), sowie von E. Bischoff[2]) wurde ein weiterer Fortschritt gemacht, indem erkannt wurde, dass die im Harn ausgeschiedene Phosphorsäure bei Fleischfütterung in einem bestimmten Verhältniss zu dem im Harn ausgeschiedenen Stickstoff steht und dass man aus der Menge der im Harn und Koth ausgeschiedenen Phosphorsäure, wie aus der des Stickstoffs, annähernd den Fleischumsatz im Körper berechnen kann. Bei Fleischfütterung gestaltet sich jenes Verhältniss als $1\,P_2O_5 : 8{,}1\,N$. Beim Hunger wird das Verhältniss niedriger (1:6,4); die relativ grössere Ausscheidung der Phosphorsäure beim Hunger rührt nach Voit[3]) wahrscheinlich von den Knochen her, welche beim Hunger ebenfalls etwas an Masse einbüssen. Schon E. Bischoff that dar, dass dieses Verhältniss kein constantes, sondern ein sehr schwankendes ist, in erster Linie abhängig von der Art der zugeführten Nahrung, deren Bestandtheile der Zersetzung und Ausscheidung unterliegen; so war z. B. bei Aufnahme des stickstoffarmen Brodes die Relation wie 1:3,8. Es wurde weiter durch Forster[4]) und durch Weiske[5]) gezeigt, dass bei Darreichung von phosphorsäurearmer Nahrung das Verhältniss des Stickstoffs zur Phosphorsäure zu Gunsten des ersteren sich ändert, während nach Bertram[6]) bei phosphorsäurereicher Nahrung die Phosphorsäure im Ueberschuss ist.

Eine Aenderung dieses Verhältnisses muss auch dann eintreten, wenn der Ausscheidungsort der Phosphorsäure ein anderer wird, wie dies normal bei den Herbivoren der Fall ist, bei welchen fast

---

1) Th. Bischoff und C. Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers (1860) S. 279.

2) E. Bischoff, Zeitschr. für Biologie (1867) Bd. 3 S. 321.

3) Handb. der Physiol. Bd. 6 S. 79.

4) Forster, Zeitschr. für Biologie (1873) Bd. 9 S. 297.

5) Weiske, ebendas. (1871) Bd. 7 S. 179 u. 323.

6) Julius Bertram, ebendas. (1878) Bd. 14 S. 335.

alle Phosphorsäure wegen der Schwerlöslichkeit des phosphorsauren Kalks im alkalischen oder nur durch Kohlensäure sauren Harn durch den Darm ausgeschieden wird. Dasselbe tritt auch bei Omnivoren ein, wenn der Harn bei gleichzeitiger Aufnahme von Kalksalzen künstlich alkalisch gemacht wird, z. B. bei Zufuhr von citronensaurem Kali mit kohlensaurem oder essigsaurem Kalk (Bertram), oder auch bei reichlicher vegetabilischer Kost, welche, wie bekannt, reich an pflanzensauren Salzen und Kalksalzen ist.

In derselben Weise wird das Verhältniss der Phosphorsäure und des Stickstoffs im Harne alterirt, wenn phosphorsaures Kali im Körper zurückbleibt, wie dies bei Zufuhr einiger Kalisalze der Fall ist, wobei eine Umsetzung derselben mit dem phosphorsauren Natron des Blutes stattfindet; hierher gehören die Versuche mit citronensaurem Kali und mit Chlorkalium von Bunge[1]).

Das Verhältniss muss sich ferner anders gestalten, wenn die Resorptionszeit aus dem Darmkanal für die stickstoffhaltigen Substanzen eine andere ist als für die Phosphorsäure, oder wenn die resorbirte Phosphorsäure rascher in den Harn übergeht als der Stickstoff des Eiweisses, dessen Zerfall längere Zeit in Anspruch nimmt, ja schon wenn der Koth aus irgend einem Grunde rascher entleert wird, z. B. bei Diarrhöen, oder wenn die Ausnützung der Nahrungsstoffe im Darmkanal sich aus irgend einem Grunde ändert. Dem entsprechend ging aus einigen Zahlenangaben Forster's über die Ausscheidung der Phosphorsäure und des Stickstoffs in vierstündlichen Perioden nach Fleischfütterung, welche durch Feder[2]) vollständig bestätigt worden sind, hervor, dass, wenn auch für 24 Stunden das Verhältniss der Phosphorsäure zum Stickstoff im Harne bei Fleischfütterung ein constantes ist, dies nicht der Fall für kleinere Zeiträume ist, indem im allgemeinen in den ersten Stunden nach der Nahrungsaufnahme durch die raschere Ausscheidung der Phosphorsäure das Verhältniss sehr niedrig sich gestaltet, aber in den späteren Stunden allmählich immer grösser wird.

Aus der Thatsache, dass das Verhältniss der Phosphorsäure

1) G. Bunge, Zeitschr. für Biologie (1873) Bd. 9 S. 104.
2) Forster, ebendas. (1873) Bd. 9 S. 381.
3) L. Feder, ebendas. (1881) Bd. 17 S. 531.

zum Stickstoff im Urin unter verschiedenen Umständen sehr schwankend ist, so dass einmal relativ mehr Phosphorsäure, ein andermal weniger ausgeschieden wird, glaubte bekanntlich Zülzer[1]) auf eine verschiedene Betheiligung der Nervensubstanz an dem Stoffwechsel schliessen zu dürfen, indem bei dem Zerfall dieses Gewebes, welches im Verhältniss zum Muskel relativ mehr Phosphorsäure enthält ($1 P_2O_5 : 2{,}3$ N gegenüber $1 : 7{,}3$ im Muskel), auch das Verhältniss dieser beiden Stoffe im Harne ein anderes werden müsse und zwar zu Gunsten der Phosphorsäure.

In ähnlicher Weise will Edlefsen[2]) aus dem eigenthümlichen Verhalten der Verhältnisszahlen des Stickstoffs und der Phosphorsäure in den einzelnen Perioden des Tages durch Berechnung die zeitliche Betheiligung der wichtigsten Gewebe an dem Stoffwechsel ausfindig machen, speciell die der rothen Blutkörperchen, welche er je nachdem in grösserer oder geringerer Zahl zu Grunde gehen lässt.

C. Voit[3]) hat schon dargethan, dass es nicht möglich ist, aus den Schwankungen jenes Verhältnisses die Schlussfolgerungen Zülzer's und Edlefsen's zu ziehen. Zunächst ist hervorzuheben, dass die Zersetzungen bei genügender Nahrungszufuhr hauptsächlich an dem zugeführten Ernährungsmaterial vor sich gehen und nicht an dem Organisirten. Aber wenn auch das letztere der Fall wäre und dabei wirklich Nervensubstanz in erheblicher Menge zu Grunde gehen sollte, so würde doch alsbald aus dem übrigen Körper oder aus der Nahrung ein Ersatz eintreten. Selbst bei verhungerten Thieren wird infolge dieses Ersatzes das Gewicht des Gehirns und Rückenmarks nicht wesentlich geringer gefunden. Bei genügender Zufuhr von Nahrung würden aber die entsprechenden Stoffe derselben sofort zum Ersatz verwendet werden, so dass das Verhältniss des ausgeschiedenen Stickstoffs und der Phosphorsäure sich nicht ändert. Ausserdem weiss man nicht, ob bei Processen an der Nervensubstanz auch das Phosphorsäure haltige Lecithin, welches ja nur im umhüllenden Mark der Nervenfaser und nicht in dem die Leitung

1) W. Zülzer, Archiv für patholog. Anatomie Bd. 66.
2) G. Edlefsen, Deutsches Archiv für klin. Medicin Bd. 29 S. 409—480.
3) Handbuch der Physiologie Bd. 6 S. 80.

besorgenden und thätigen Axencylinder vorhanden ist, betheiliget ist; eigentlich würde also eine Aenderung jenes Verhältnisses bei Betheiligung des Gehirns nur eine Abgabe oder einen Verbrauch von Lecithin in der weissen Substanz desselben folgern lassen. Aber auch angenommen, dass wirklich Nervensubstanz mit Lecithin in erheblicher Menge zu Grunde geht, und angenommen, dass kein Wiederersatz oder wenigstens kein sofortiger stattfindet, so wird auch in dem Falle, dass die Hälfte des Gehirns und Rückenmarks während eines Tages ohne Wiederersatz der Zersetzung anheimfällt, wie L. Feder[1]) rechnerisch dargethan hat, keine wesentliche Aenderung der Verhältnisszahlen der Phosphorsäure und des Stickstoffs im Harn eintreten, welche die Breite der normalen Schwankungen überschreitet und dadurch bemerklich werden kann.

Wollte man daher bei einer Inkonstanz jenes Verhältnisses in einer beliebigen Harnportion alsbald in einem veränderten Stoffwechsel in den Nerven die Ursache suchen, so würde man wahrscheinlich einen Fehler begehen, denn es müsste doch vorerst sicher erwiesen sein, dass keines der angegebenen Momente einwirkt, dass die Knochenmasse mit ihrer überwiegenden Menge an Phosphorsäure nicht daran betheiliget ist, dass eine verschiedene Zusammensetzung der Nahrung nicht die Schuld trägt, dass die Phosphorsäureausscheidung im Koth durch eine Störung der Ausnützung im Darmkanal keine Aenderung erlitten hat, dass nicht zeitliche Verschiebungen in der Ausscheidung der Phosphorsäure und des Stickstoffs im Harn stattgefunden haben und endlich, dass der Gehalt an Phosphorsäure im Blut und den Säften der gleiche geblieben ist.

Ich kann nur wiederholen, was Voit schon gesagt hat, dass wir bis jetzt nicht so weit sind, aus der relativen Aenderung der Phosphorsäuremenge im Harn irgend etwas Zuverlässiges über den Antheil des Gehirns an dem Stoffwechsel auszusagen.

B. Schulze[2]) glaubte neuerdings, trotz der Auseinandersetzungen von Voit, einen veränderten Stoffumsatz der Gehirnsubstanz aus den Verhältnisszahlen der Phosphorsäure und des Stickstoffs im Urin erschliessen zu dürfen; er hatte nach Darreichung von Brom-

1) Feder, Zeitschr. für Biologie (1881) Bd. 17 S. 548.
2) B. Schulze, ebendas. (1883) Bd. 19 S. 312.

kalium eine Verminderung der Phosphorsäure im Harn beobachtet und meinte, dass dies einen Ansatz von Gehirnsubstanz durch das angewendete Mittel oder eine verminderte Thätigkeit des Gehirns bedeute.

Diese Beobachtung von B. Schulze, welche mit den vorher angegebenen Beobachtungen von Bunge über die Wirkung des citronensauren Kalium und Chlorkalium auf die Phosphorsäureausscheidung übereinstimmt, lässt sich durch eine Umsetzung des Bromkalium mit dem phosphorsauren Natron des Blutes und einer Aufspeicherung von phosphorsaurem Kali, wie dies für zwei andere Kalisalze von Bunge dargethan worden ist, leicht erklären.

Um einige sich an obige Betrachtungen anreihende Fragen zu entscheiden, habe ich zwei Versuche an Hunden bei Fütterung mit Gehirnmasse angestellt. Zweck der Untersuchung war zu ermitteln: 1. ob durch Zersetzung einer erheblichen Menge von Gehirnsubstanz im Körper eine Aenderung der Verhältnisszahlen des Stickstoffs und der Phosphorsäure im Harn eintritt, und 2. wie sich die Tagescurve der Stickstoff- und Phosphorsäureausscheidung bei Darreichung einer phosphorhaltigen Substanz gestaltet, in welcher der Phosphor nicht wie im Fleisch in anorganischen Verbindungen enthalten ist, sondern in einer organischen Verbindung wie in dem Lecithin im Gehirn, von welchem man voraussetzen muss, dass es sich in Beziehung seiner Ausscheidung aus dem Körper anders verhalten wird als das phosphorsaure Salz. Würden dabei die stündlichen Verhältnisszahlen von Phosphorsäure und Stickstoff verschieden von denen bei Fleischfütterung sich gestalten, dann würde man daraus noch mehr als aus den Versuchen von Feder schliessen können, dass das eigenthümliche Verhalten dieser Relation bei Fleischfütterung nicht von der zeitlichen Betheiligung von Geweben mit verschiedenem Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt an der Zersetzung abhänge, wie Edlefsen meint, sondern lediglich nur von der Art der Ausscheidung des Stickstoffs und der Phosphorsäure aus dem Körper.

Der 1. Versuch betrifft einen Hund von 10^{kg} Gewicht; das Thier wurde mit 500^{g} Fleisch so lange gefüttert, bis die Ausscheidung der Phosphorsäure und des Stickstoffs im Harn gleichmässig geworden war, wonach an drei Tagen dem Fleische je 50^{g} Ochsenhirn, entsprechend der halben Masse des Gehirns des Hundes, dazu

gegeben und um die Stickstoffzufuhr gleich zu halten, eine entsprechende Fleischmenge abgezogen wurde, welche nach den Forster'schen Zahlen[1]) 27g beträgt.

Der 2. Versuch wurde an einem grösseren weiblichen Hund angestellt. Während drei Tagen bekam derselbe je 518,8g Ochsenhirn. Die Abgrenzung des Kothes geschah durch Darreichung von Knochen, einen Tag vor und nach dem Versuch. Der Harn wurde in Perioden von 3 Stunden durch Catheterisiren, nach der Methode von Falck, vollständig erhalten. Im Harn und Koth wurden Stickstoff- und P_2O_5-Bestimmungen gemacht.

Die N-Bestimmungen sind durch Verbrennung des im Hofmeister'schen Schälchen mit Oxalsäure eingetrockneten Harns mit Natronkalk nach der Methode von Will-Varrentrapp, die P_2O_5-Bestimmungen im Harne theils durch directe Titrirung mit salpetersaurem Uranoxyd, theils nach vorheriger Schmelzung mit Kali und Salpeter, ausgeführt worden.

I. Versuch.

Hund von 10kg Gewicht.

Die Fütterungsreihe begann am 20. December 1882. Am 19. December bekam der Hund Knochen. Vom 20. bis 28. December wurde dem Thiere um 7 Uhr Vormittags je 500g fettfreies Fleisch[2]) gegeben, und zwar wurde dasselbe, da das Thier einen Widerwillen gegen das rohe Fleisch hatte, gekocht. Der Hund frass das Futter auf einmal und vollständig auf. Nach sechs Tagen wurden zwar täglich annähernd gleiche Mengen von N und P_2O_5 im Harne ausgeschieden; es war aber immer noch nicht das

1) Forster, Zeitschr. für Biologie (1873) Bd. 9 S. 297.

2) Bis zum 6. Tage wurde dem Hunde ein Fleisch mit 74,8% Wasser gereicht, vom 7. Tage an ein Fleisch mit 76,9% Wasser. Der N-Gehalt des frischen Fleisches wurde zu 3,4%, der Phosphorsäuregehalt zu 0,48% berechnet. Der N-Gehalt des frischen Hundegehirns ist nach Forster 1,93% (bei 76,15% Wasser), der Phosphorsäuregehalt 0,83%. — In drei von mir analysirten Ochsenhirnen fand sich an N: 1,78% (76,49% Wasser), 1,74% (76,70% Wasser), 1,69% (76,87% Wasser). Das zu dem Versuche I verwendete Ochsenhirn zeigte einen Wassergehalt von 76,20%, also fast wie das von Forster untersuchte Hundehirn; im frischen Gehirn fand ich 0,81% Phosphorsäure, was für das trockene Gehirn 3,47% ausmacht.

N-Gleichgewicht eingetreten, denn es fand noch ein täglicher Ansatz von 3^{g} N und 0,015^{g} P_2O_5 statt. Am 10., 11. und 12. Tage wurden je 50^{g} Ochsenhirn dem Fleische hinzugegeben und eine dem N-Gehalt desselben entsprechende Fleischmenge = 27,0^{g} abgezogen; das Futter bestand also dabei in 473^{g} Fleisch + 50^{g} Ochsenhirn. Am 13. Tage wurden wieder 500^{g} Fleisch gegeben, worauf ein Knochentag folgte, der die Reihe abschloss. Der Harn von 24 Stunden wurde gewonnen, indem man den Hund mehrmals während des Tags ins Freie führte und den Harn in ein untergehaltenes Gefäss entleeren liess. An einigen Tagen entleerte das noch nicht ganz abgerichtete Thier einen Theil des Harnes allerdings in den Käfig; ich suchte denselben jedoch durch Ausspritzen mit destillirtem Wasser möglichst zu erhalten. Vom Harn wurden 5^{ccm} zur N-Bestimmung und 25^{ccm} zur Phosphorsäurebestimmung genommen. An den drei Hirntagen wurde die P_2O_5 des Harns sowohl durch directe Titrirung, als auch nach vorheriger Schmelzung desselben mit 2^{g} Kali und 2^{g} Salpeter bestimmt, letzteres um zu ermitteln, ob ein Theil desselben als Glycerinphosphorsäure ausgeschieden wird, deren Phosphorsäure man nicht direct titriren kann. Das Gleichbleiben der Phosphorsäuremenge vor und nach der Verbrennung zeigte, dass dabei keine Glycerinphosphorsäure im Harne auftritt.

Der der Fütterungsreihe angehörige Koth wurde, wie schon angegeben, durch Knochen abgegrenzt; den auf die Tage mit Gehirnfütterung treffenden Koth suchte ich vom reinen Fleischkoth durch je 4 dem Futter beigemischte Korkstückchen nach der Angabe Munk's abzutrennen, was aber nicht gut gelang. In beiden Kothsorten wurde die Phosphorsäure bestimmt, und zwar durch Verbrennen des Kothes, Auflösen der Asche in Salzsäure, Abtrennung des phosphorsauren Eisenoxyds durch Neutralisiren mit Ammoniak, Ansäuern mit Essigsäure, und endlich Titrirung des Filtrats mit salpetersaurem Uranoxyd. Die Gesammtphosphorsäure wurde aus dem phosphorsauren Eisenoxyd und aus dem Resultat der Titration berechnet.

Der Hund lieferte am 5. und 8. Tag einen consistenten Koth (trocken 25,1), dann am 10. Tag einen festweichen (trocken 13,3) und am 11., 12. und 13. Tag einen weichen Koth (trocken 21,9).

In dem reinen Fleischkoth fand ich einen P_2O_5-Gehalt von 8,3 %, im Koth des 11. und 12. Tages von 4,5 %.

Tabelle I.

Datum	Nahrung	Reaction des Harnes	Harnmenge in ccm.	P_2O_5 im Harn	N im Harn	Trockener Koth	Bemerkungen
1. Tag (20. Dec.)	500 Fleisch	schwach sauer	270	1,826	12,853	0	etwas Harn beim Auffangen verloren.
2. Tag	„	„	290	1,974	12,810	0	—
3. „	„	„	330	1,990	13,895	0	nur 1 N-Bestimmung.
4. „	„	sehr schwach sauer	335	2,031	—	0	ein Theil im Käfig gelassen.
5. „	„	„	320	1,908	13,108	Koth	—
6. „	„	schwach sauer	350	2,105	13,959	0	—
7. „	„	„	365	2,149	—	0	ein Theil im Käfig gelassen.
8. „	„	„	275	—	—	25,1	etwas Harn beim Auffangen verloren.
9. „	„	„	350	2,013	13,874	0	—
10. Tag	473 Fleisch und 50 Gehirn	sauer	290	2,205	15,300	13,3	5,0 Fleichkoth. nur 1 N-Bestimmung.
11. „	„	schwach sauer	220	1,826	11,635	7,6	—
12. „	„	sauer	335	2,582	18,131		—
13. Tag	500 Fleisch	schwach sauer	280	2,023	13,802	14,3	3,3 Fleischkoth; ein Theil im Käfig gelassen.

Am 11. Tage fand offenbar eine Harnretention statt, und dem entsprechend zeigte der 12. Tag eine Vermehrung der Harnmenge, sowie eine grössere P_2O_5- und N-Ausscheidung. Wenn ich die Mittelzahl für den 11. und 12. Tag nehme, so erhalte ich 2,204 P_2O_5 im Harn, genau so viel wie am 10. Tag, und 14,88 N. Demnach ist an den drei Tagen mit Hirnfütterung die Phosphorsäureausscheidung im Harn je um 0,19 g grösser wie am 9. und 13 Fleischtag, die N-Ausscheidung um 1,18 g. Die Vermehrung der Phosphorsäure ist offenbar durch die vermehrte Zufuhr derselben bedingt (2,40 an den Fleischtagen, 2,68 an den Hirntagen). Schwieriger ist die Vermehrung der N-Ausscheidung im Harn an den Tagen

mit Hirnfütterung zu erklären, da die N-Zufuhr an den Fleisch- und Hirntagen die gleiche war. An den Fleischtagen wurde etwas Eiweiss angesetzt; es ist möglich, dass dieser Ansatz bei dem geringeren Eiweissgehalt des Gehirns kleiner wurde.

An den Fleischtagen wurde je 3,34 g trockener Koth mit 8,3 % P_2O_5 entleert, an den Hirntagen je 8,96 g mit 4,5 % P_2O_5; somit pro Tag an den Fleischtagen 0,28 g P_2O_5, an den Hirntagen 0,40 g.

Die Gesammtmenge des Harnes, welche bis zum 9. Tag mit der steigenden P_2O_5- und N-Ausscheidung gleichen Schritt hält, ist an den drei Hirntagen und dem 13. Tage etwas vermindert, obwohl an den drei Hirntagen die N- und P_2O_5-Ausscheidung eine grössere ist. Dies findet wahrscheinlich darin seine Erklärung, dass an diesen Tagen mehr Wasser durch den Darm ausgeschieden wurde, indem der Hund am 10., 11., 12. und 13. Tag einen weichen Koth lieferte.

Das Verhältniss der P_2O_5 zum Stickstoff im Harn gestaltet sich wie Tabelle II zeigt.

Tabelle II.

Verhältniss von P_2O_5 zum N		
Datum	1 P_2O_5:	
1. Tag	7,0	6,7
2. „	6,4	
5. „	6,8	
6. „	6,6	
9. „	6,8	
10. Tag	6,9	6,7
11. „	6,3	
12. „	7,0	
13. Tag	6,8	

An den Hirntagen wird dieses Verhältniss gar nicht alterirt, was allerdings durch die grössere N-Ausscheidung mitbedingt ist. Aber selbst angenommen, dass die N-Ausscheidung gleich der am letzten Fleischtage geblieben wäre, so würde ebenfalls keine merkliche Aenderung der Verhältnisszahlen von N und P_2O_5 eintreten, denn das Verhältniss würde sich dann wie 1 : 6,3 gestalten, was die Breite der normalen Schwankungen nicht überschreitet. Also auch

in dem Falle, wo eine erhebliche Menge Gehirnsubstanz ohne Wiederersatz im Körper zu Grunde gegangen ist, findet keine dies anzeigende Veränderung der Verhältnisszahlen von N und P_2O_5 im Harne statt. Von den 50 g des verzehrten Gehirns wurden, nach der Vermehrung der Phosphorsäureausscheidung im Harn gerechnet, 14 g im Darm resorbirt; diese 14 g entsprechen 28 % des Gehirns des verwendeten Hundes.

II. Versuch.

Hund von 22 kg.

Der II. Versuch umfasst fünf Tage, von denen der erste und letzte Hungertage sind, an welchen der Hund nur Knochen bekam. Am 2., 3. und 4. Tag erhielt er (um 9 Uhr Vormittags) je 518,8 g von den Hüllen und Gefässen befreiten Ochsenhirnes. Zur Fütterung wurden drei verschiedene Ochsenhirne verwendet, an denen ich Wasser- und N-Bestimmungen ausgeführt habe. Für die N-Bestimmung wurde das getrocknete Gehirn zuvor mit Aether fast vollständig extrahirt und sowohl im unlöslichen Rückstand wie auch im Extract der Stickstoff ermittelt. Das Aetherextract beträgt im Mittel 50,5 % der Trockensubstanz und hat einen N-Gehalt von 1,70 %; in dem in Aether unlöslichen Rückstand fand ich 13,33 % N[1]). Der Wasser- und Gesammtstickstoffgehalt dieser drei von mir analysirten Hirne wurde schon früher angegeben (S. 199).

Am 1. Tage (Hungertag) wurde der Harn von 24 Stunden aufgesammelt, was dadurch erreicht wurde, dass man dem Hunde vor der Fütterung mit Gehirn die Blase durch Catheterisiren vollständig entleerte. Am 2. und 3. Tage (Hirntage) wurde in der ersten Hälfte der 24stündlichen Periode der Harn alle drei Stunden ebenfalls durch Catheterisiren gewonnen, in der zweiten Hälfte von 12 Stunden im Ganzen gesammelt. Am 4. Tag wurde der Harn ebenfalls in 2 zwölfstündigen Hälften, am 5. Tag (Hungertag) von 24 Stunden aufgefangen.

---

1) Auffallend ist es, dass das Aetherextract des trockenen Gehirnes so viel, nämlich 1,70 % N enthält, während das Lecithin nur einen N-Gehalt von 1,73 % besitzt. Dies ist vielleicht dadurch erklärlich, dass das Lecithin die Löslichkeit verschiedener Stoffe modificirt und auch Eiweissstoffe in die ätherische Lösung hinüberzieht (Hoppe-Seyler, Chem. Analyse (1875) S. 144.

Während der Hirnfütterung hatte der Hund häufige Kothentleerung, wobei er einen fettigen lehmartigen Koth lieferte, der aber gut von dem bröcklichen charakteristischen Knochenkoth abzutrennen war. Im Koth wurde, wie im Gehirn, nach Extraction desselben mit Aether der N bestimmt. Das Aetherextract des Kothes beträgt 77,7 % der Trockensubstanz mit 1,14 % N.

Tabelle III.

Periode	Reaction des Harns	Harnmenge in ccm.	N	P_2O_5
1. Tag (Hungertag) 13. März				
9 vorm. (13. März) — 9 vorm. (14. März)	alkalisch	251	4,673	0,935
Im Tage		251	4,673	0,935
2. Tag 14. März. Fütterung mit 518,8 g Ochsenhirn (9,22 N und 4,29 P_2O_5)				
1. (9 vorm. — 12 mitt.)	alkalisch	44,5	1,087	0,150
2. (12 mitt. — 3 nachm.)	sauer	67,0	2,086	0,727
3. (3 nachm.— 6 nachm.)	stark sauer	60,0	1,912	0,648
4. (6 nachm.— 9 nachm.)	„	42,0	1,271	0,445
5. (9 nachm.— 9 vorm.)	„	91,0	2,983	0,929
Im Tage		304,5	9,339	2,899
3. Tag 15. März Fütterung mit 518,8 g Ochsenhirn (9,01 N und 4,29 P_2O_5)				
1.	schwach sauer	37	1,067	0,308
2	stark sauer	53	1,755	0,701
3.	„	52	1,648	0,714
4.	„	42	1,377	0,564
5.	„	120	3,547	1,815
Im Tage		304	9,394	4,102
4. Tag 16. März Fütterung mit 518,8 g Ochsenhirn (8,75 N und 4,29 P_2O_5).				
1. (9 vorm. — 9 nachm.)	stark sauer	155	4,524	2,316
2. (9 nachm. — 9 vorm.)	„	103	3,519	1,563
Im Tage		258	8,043	3,879

5. Tag (Hungertag) 17. März

Periode	Reaction des Harns	Harnmenge in ccm.	N	P_2O_5
9 vorm. — 9 vorm. (18. März)	stark sauer	148	4,368	1,919
Im Tage		148	4,368	1,919

Koth lieferte der Hund:

Am 15. März 4 Uhr nachmittags frisch 166,2 von weicher Beschaffenheit
„ „ „ 9 Uhr abends „ 112,2 „ harter „
„ 16. „ 10 Uhr vormittags „ 45,7 „ „ „
„ 17. „ abends „ 128,5 „ „ „
„ 18. „ „ „ 84,4 „ „ „

im Ganzen: 537,0

Der trockene Koth beträgt 154,64 g mit 3,77 N (2,44 % N).

Zur Bestimmung des unzersetzt ausgeschiedenen Lecithins, sowie der Glycerinphosphorsäure und der phosphorsauren Salze wurde der Koth eigens behandelt, wovon später näheres angegeben werden soll.

Die 3,77 g N im Koth stammen sicherlich zum grössten Theil von der Nahrung, nur ein geringer Theil wird von den Stoffwechselvorgängen im Körper herrühren. Somit sind 13 — 14 % des im verzehrten Hirn eingeführten N unbenutzt durch den Darm ausgeschieden worden. Wenn ich die N-Ausscheidung im Kothe auf die drei Gehirntage vertheile, so würde jeder Tag mit 1,6 N sich betheiliget haben; diese Zahl addirt zu der durch den Harn ausgeschiedenen N-Menge macht eine Gesammtstickstoffausscheidung aus dem Körper für den 1. Tag von 10,939, für den 2. Tag von 10,994, für den 3. Tag von 9,643. Demnach befand sich an allen drei Tagen der Hund noch nicht im Stickstoffgleichgewicht, und zwar gab er von seinem Körper am 1. Tage 1,72 N (entsprechend 50,6 g Fleisch), am 2. Tage 1,98 (entsprechend 58,2 g Fleisch) und am 3. Tage 0,89 (entsprechend 26,1 g Fleisch) ab. Wenn ich zunächst den 2. und 3. Tag mit einander vergleiche, so finde ich

an beiden die N-Ausscheidung im Harn fast gleich, aber am 3. Tag eine um 1,2 g grössere Phosphorsäureausscheidung. Letztere ist wohl hauptsächlich auf eine vermehrte Resorption von Lecithin im Darme zu beziehen. Dass mehr Lecithin am 3. Tage resorbirt wurde, obwohl die Zufuhr von Gehirnsubstanz die gleiche blieb, ist dadurch erklärlich, dass eine Anhäufung derselben im Dickdarm, möglicherweise auch im Magen, stattfindet, und somit die resorbirende Fläche längere Zeit in Berührung mit der Gehirnsubstanz bleibt. Dafür spricht entschieden die am 5. Tage (Hungertag) um 1,0 g grössere P_2O_5-Ausscheidung gegenüber dem 1. Hungertag, was auf eine Resorption von rückständigem Lecithin an diesem Tage hindeutet. Eine ebensolche Anhäufung im Darm findet man bei Fütterung mit grossen Mengen von Stärkemehl. Ausserdem hat der Hund gegen Ende des 1. Tages seinen Koth gefressen, wodurch gleichsam die Zufuhr für den 2. Tag erhöht wurde.

Die Resorption des Lecithins im Darme geht somit viel langsamer vor sich als die der Albuminstoffe, was auch aus der Betrachtung der Gesammtausnützung des Gehirns im Darm, welche viel schlechter ist als die irgend eines animalischen Nahrungsmittels, hervorgeht; von den stickstoffhaltigen Substanzen sind 13 % durch den Darm unausgenützt ausgeschieden worden, dagegen 42 % der ganzen eingeführten trockenen Substanz. Die 13 % unverwertheten Stickstoffs sind wahrscheinlich zum grössten Theile im Lecithin enthalten und nicht in eiweissartigen Stoffen. Ein weiterer Beleg dafür ist, dass das Aetherextract des Kothes viel mehr der Trockensubstanz beträgt (77,7 %) als das des Gehirns (50,5 %), was auf eine grössere Resorption der durch Aether nicht ausziehbaren Stoffe, also der Eiweissstoffe, gegenüber der durch Aether extrahirbaren hindeutet.

Um die Ausscheidung des N und der P_2O_5 an den einzelnen Perioden des Tages besser studiren zu können, setze ich die Ausscheidung des ganzen Tages gleich 100 und berechne den procentischen Antheil jeder dreistündigen Periode. In dieser Weise bekomme ich folgende Tabelle (IV).

Tabelle IV.

Periode	2. Tag		3. Tag	
	N	P_2O_5	N	P_2O_5
1. (3 Stunden)	11,6	5,2	11,3	7,5
2. (3 Stunden)	22,3	25,0	18,6	17,0
3. (3 Stunden)	20,4	22,3	17,5	17,4
4. (3 Stunden)	13,6	15,3	14,6	13,7
5. (12 Stunden)	31,9	32,0	37,7	44,2

Ich betrachte zuerst die N-Ausscheidung. — Am 2. Tage erreicht dieselbe ihr Maximum in der 2. Periode (3 — 6 Stunden nach der Nahrungsaufnahme), bleibt auf der Höhe während der 3. Periode und sinkt von da an ziemlich steil herab. Die N-Ausscheidung der Perioden des 3. Tages hält denselben Typus ein wie am 2. Tag mit dem Unterschied, dass in den 9 ersten Stunden die Werthe nicht so hoch aufsteigen und dem entsprechend auch langsamer abfallen. Dies mag vielleicht mit der grösseren Resorption und dem reichlicheren Zerfall des Lecithins im Körper am 3. Tage zusammenhängen, wobei die aus ihm abgespaltenen Fettsäuren eine eiweissschützende Wirkung ausüben können. Die Stickstoffcurve des 3. Tages zeigt wenigstens eine gewisse Aehnlichkeit mit den Curven Feder's[1]) bei Fleisch- und Fettfütterung.

Wenn ich die procentischen Stickstoffzahlen, welche Feder bei seinen Fleischfütterungsversuchen für zweistündliche Perioden angibt, in dreistündliche Perioden umrechne und mit den meinen vergleiche, finde ich eine grosse Uebereinstimmung.

Ich will dieselben hier beifügen, wobei ich bemerke, dass bei der Berechnung der Zahlen nothwendigerweise die für die 1. und 4. Periode etwas zu hoch auf Kosten der 2. resp. 3. Periode angeschlagen sind. Zugleich füge ich die Reihe bei Fütterung mit 500 g Fleisch und 150 g Speck an.

Tabelle V.

Periode	500 Fleisch (1)	500 Fleisch (3)	500 Fleisch 150 Speck
1.	14,0	14,2	15,2
2.	19,5	20,1	17,1
3.	19,4	19,6	15,6
4.	16,6	16,5	14,6
5.	30,3	29,4	37,3

1) a. a. O.

Auch hier befindet sich das Maximum der Stickstoffausscheidung in der 2. Periode, die Curve bleibt während der 3. Periode in derselben Höhe, um von da an ziemlich steil abzusinken.

Daraus und aus der vorher angegebenen Thatsache, dass das Eiweiss aus dem Gehirn gut ausgenützt wird, geht hervor, dass der Gang der Zersetzung des Eiweisses im Körper und somit der Resorption desselben im Darme, welche nach Feder von der 3. Stunde nach der Nahrungsaufnahme an mit der Zersetzung gleichen Schritt hält, durch die gleichzeitige Zufuhr von anderen Stoffen, welche im Gehirn enthalten sind, wie Cholestearin und Lecithin, nicht wesentlich beeinflusst wird, abgesehen von der geringen Aenderung der Stickstoffcurve am 3. Tage, welche ich den aus dem Lecithin abgespaltenen Fettsäuren zuschreiben möchte.

Ein directer Einfluss des Lecithins auf die N-Ausscheidung im Harn kann bei seinem geringen Stiskstoffgehalt (1,73 %) kaum in Betracht kommen. Wenn ich auch die ganze Menge der am 3. Gehirntage im Harn ausgeschiedenen Phosphorsäure als aus dem Lecithin stammend betrachte, was doch nicht richtig ist, da gewiss ein Theil davon von den phosphorsauren Salzen des verzehrten Gehirns stammt, so würde dieselbe (4,102) nach der von Hoppe-Seyler angegebenen Formel des Lecithins ($C_{44} H_{90} N PO_9$) ungefähr in 50^g Lecithin enthalten sein; in 50^g Lecithin aber sind nur 0,8 N enthalten.

Die Phosphorsäureausscheidung an den einzelnen Perioden geht mit der Stickstoffausscheidung Hand in Hand. Die P_2O_5-Curve des 2. Tages hat ebenfalls ihr Maximum in der 2. Periode (Tab. IV), bleibt während der 3. Periode hoch und sinkt von da an ab; sie unterscheidet sich von der Stickstoffcurve durch das stärkere Zurückbleiben in der 1. Periode, welches dadurch compensirt wird, dass die P_2O_5-Curve von der 2. Periode an höher als die N-Curve liegt. Die P_2O_5-Curve des 3. Tages charakterisirt sich wiederum durch das anfängliche Zurückbleiben gegenüber der N-Curve, wenn dasselbe auch nicht so bedeutend ist wie am 2. Tage; in der 2. Periode steigt sie ebenfalls hoch an, aber erst in der 3. Periode erreicht sie ihr Maximum. Uebrigens bleibt sie, wie die entsprechende N-Curve in den neun ersten Stunden niedriger als die P_2O_5-Curve des

2. Tages, und dem entsprechend liegt sie in den späteren Stunden höher als diese.

Wenn ich wiederum die für die P_2O_5 angegebenen procentischen Zahlen von Feder bei Fleischfütterung in dreistündliche Perioden berechne, so treten erhebliche Differenzen hervor (Tab. VI). Allerdings liegt das Maximum bei Feder's Reihen auch in der 2. Periode, aber schon in der 1. Periode steigt die Curve so hoch, dass sie fast das Maximum erreicht; nachdem sie dann dasselbe erreicht hat, fällt sie auch gleich steil herab.

Tabelle VI.

Periode	1000 Fleisch	500 Fleisch (3)	518 g Gehirn 2. Tag	518 g Gehirn 3. Tag
1. (3 Stunden)	21,8	19,5	5,2	7,5
2. (3 Stunden)	22,4	21,2	25,0	17,0
3. (3 Stunden)	19,0	16,3	22,3	17,4
4. (3 Stunden)	14,5	12,3	15,3	13,7
5. (12 Stunden)	22,6	30,7	32,0	44,2

Der auffallende Unterschied der P_2O_5-Curve bei Fleisch- von der bei Gehirnfütterung ist jedenfalls in der Verschiedenheit der durch die Nahrung eingeführten phosphorhaltigen Substanz zu suchen; im ersteren Falle haben wir es mit einer anorganischen Substanz, mit phosphorsauren Salzen, im letzteren Falle hauptsächlich mit einer organischen Substanz, dem Lecithin, zu thun. Abgesehen von den grösseren Schwierigkeiten, welche das Lecithin der Resorption entgegenstellt, kommt noch der Umstand dazu, dass das phosphorsaure Salz des Fleisches keine Zersetzungen im Organismus einzugehen hat, so dass, wenn es einmal resorbirt ist, es auch gleich ausgeschieden werden kann, das Lecithin dagegen, das Distearinglycerinphosphorsäureneurin, ist eine höhere chemische Verbindung, welche nicht als solche durch den Harn ausgeschieden wird, deren Phosphorsäure auch nicht als Glycerinphosphorsäure, sondern als phosphorsaures Salz entfernt wird. Das Lecithin muss daher im Organismus Zersetzungen eingehen, d. h. in einfachere Verbindungen übergeführt werden, was entweder im Darmkanale oder in den Geweben zu Stande kommt, und jedenfalls längere Zeit in Anspruch nimmt.

Nach Bokay[1]) geht die Spaltung des Lecithins in Glycerinphosphorsäure, Neurin und fette Säuren schon im Darme vor sich und zwar durch das Fett zerlegende Ferment des Pankreas, da er bei Fütterung mit Eidotter kein Lecithin im Koth fand. Eine solche Wirkung des Pankreasferments schliesst aber nicht aus, dass ein Theil des Lecithins auch als solches zur Resorption gelangt. Das Lecithin befindet sich ja in vielen thierischen Flüssigkeiten (Galle, Lymphe, Transsudaten) und es ist somit nicht unmöglich, dass es auch unzersetzt in den Säftekreislauf gelangt.

Uebrigens ist die Zerlegung des Lecithins im Darme durch das Pankreasferment keine unbegrenzte, denn bei meinen Gehirnfütterungsversuchen wurde eine nicht unerhebliche Menge von unzersetztem Lecithin im Kothe nachgewiesen und bestimmt, dagegen nur sehr kleine Mengen von Glycerinphosphorsäure. Man könnte allerdings letzteres auf eine rasche Resorption der Glycerinphosphorsäure im Darme zurückführen, aber dies kann nicht richtig sein, da das im Wasser lösliche und so leicht resorbirbare phosphorsaure Alkali ebenfalls nicht ganz im Darme resorbirt, vielmehr ein Theil davon im Koth entfernt wurde.

Das gleichmässige der P_2O_5- und N-Curve bei Gehirnfütterung gegenüber der Ungleichmässigkeit derselben bei Fleischfütterung wäre demnach dadurch erklärlich, dass der phosphorhaltige Stoff des Gehirns viel ähnlicher dem Eiweiss als die phosphorsauren Salze des Fleisches in Bezug auf Resorption und Zersetzung sich verhält. Der Phosphor des Fleisches, welcher zum grössten Theil als phosphorsaures Salz in demselben enthalten ist, wird, wie für dies letztere bekannt ist (Feder[2]), schneller resorbirt und damit schneller ausgeschieden. Der Phosphor des Gehirns steckt dagegen hauptsächlich im Lecithin, welches, wie aus obigen Betrachtungen hervorgeht, einmal schwer resorbirbar ist und dann im Körper gespalten werden muss; diese beiden Momente rufen die spätere Ausscheidung seiner Zersetzungsprodukte, also auch der Phosphorsäure, und damit die Gleichmässigkeit der P_2O_5- und N-Curve bei Gehirnfütterung hervor.

1) A. Bokay, Zeitschrift für physiolog. Chemie (1877 — 78) S. 157.
2) a. a. O.

Dem entsprechend gestaltet sich das Verhältniss von N und P_2O_5 im Harne in den einzelnen Perioden der Hirnfütterung ganz anders als bei der Fleischfütterung; dieses Verhältniss zeigt nicht die bei der Fleischfütterung beobachteten Schwankungen, sondern es ist ein gleichmässiges besonders am 3. Tage, wo mehr Lecithin aus dem Darme resorbirt wurde (Tab. VII).

Tabelle VII.

Verhältniss von P_2O_5 zum Stickstoff, 1 P_2O_5:

Periode	1. Tag (Hunger)	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag (Hunger)
1. (3 Stunden)	—	7,2	3,4		—
2. (3 Stunden)	—	2,8	2,5		—
3. (3 Stunden)	—	2,9	2,3	1,9	—
4. (3 Stunden)	—	2,8	2,4		—
5. (12 Stunden)	—	3,2	1,9	2,2	—
Im Tage	5,02	3,2	2,2	2,0	2,2

Das hohe Verhältniss in der 1. Periode, besonders des 2. Tages, ist, wie schon (S. 206) erwähnt wurde, auf eine geringere Resorption des Lecithins im Verhältniss zu den Albuminstoffen zurückzuführen.

Man kann also bei der Gehirnfütterung nicht an eine zeitlich ungleiche Betheiligung von Geweben mit verschiedenem N- und P_2O_5-Gehalt an der Zersetzung denken, da hier die bei Fleischfütterung resp. gemischter Kost vorkommenden Schwankungen, welche nach Edlefsen der Ausdruck einer solchen Betheiligung sein sollen, nur in geringem Grade vorhanden sind. Da wir aber zur Erklärung der Curven nicht ein Mal eine derartige Betheiligung der verschiedenen Gewebe an den Zersetzungen annehmen dürfen, ein ander Mal aber nicht, und da es aus anderen Gründen höchst wahrscheinlich ist, dass die Gewebe bei Nahrungszufuhr nicht an der Zersetzung theilnehmen, so müssen wir uns um eine andere wahrscheinlichere Erklärung für das gleichmässige Verhältniss an den einzelnen Tagesperioden bei der Gehirnfütterung umsehen, und diese liegt auf der Hand, sobald wir die Art der N- und P_2O_5-Ausscheidung ins Auge fassen, von welcher ja direct dieses Verhältniss abhängt.

Somit scheint mir der Schluss berechtigt, dass die während

des Tags bei der Fleischfütterung vorkommenden Schwankungen des Verhältnisses von P_2O_5 zum N nicht auf eine ungleiche Betheiligung von Geweben mit verschiedenem N- und P_2O_5-Gehalt an dem Stoffwechsel beruhen, sondern auf die verschiedene Art der Ausscheidung des durch die Nahrung eingeführten N und P_2O_5, da bei Zufuhr der Phosphorsäure in der Form von Lecithin (Gehirnfütterung), wobei die Ausscheidung des N und der P_2O_5 gleichmässig verläuft, diese Schwankungen fehlen.

Es ist sicher, dass man mit der Deutung des Verhältnisses der Phosphorsäure zum Stickstoff im Urin, oder wie Zülzer es nennt, mit dem relativen Werth der Phosphorsäure im Urin, zu weit gegangen ist.

Man wird aus diesem Verhältnisse nichts zu entnehmen im Stande sein, so lange man, wie Eingangs schon hervorgehoben wurde, nicht das Verhältniss dieser beiden Stoffe in den Einnahmen genau kennt und letztere genau gleich hält; es ist ferner nicht nur der Harn, sondern auch der Koth zu berücksichtigen, denn im letzteren wird ebenfalls, und zwar in beträchtlicher Menge, Phosphorsäure ausgeschieden, die zum Theil aus dem Zerfall im Körper hervorgeht; dann muss die Ausnützung der Nahrung im Darmkanale in Betracht gezogen werden, denn je nachdem diese besser oder schlechter von Statten geht, wird auch die Relation von P_2O_5 und N im Harne eine andere werden, ebenso müssen alle jene früher angegebenen Umstände, welche eine Aenderung dieses Verhältnisses hervorzurufen im Stande sind, berücksichtiget werden.

Erst dann, wenn der Einfluss aller dieser Momente auf die Ausscheidung des Stickstoffs und der Phosphorsäure beachtet worden ist, wäre man in der Lage, aus diesen Stoffen eine Betheiligung verschiedener Gewebe am Stoffwechsel zu prüfen.

Da aber nur ein sehr kleiner Theil der Phosphorsäure des Körpers im Gehirn und den Nerven enthalten ist, nämlich etwa 12^g, dagegen 130^g in den Muskeln und 1400^g in den Knochen, so ist es höchst unwahrscheinlich, dass eine Aenderung jenes Verhältnisses sich gerade in einem veränderten Umsatz jenes Gewebes ausdrücken soll, das nur mit 0,8 % an der Phosphorsäure betheiligt ist. Warum sollte man da nicht zunächst an die 45 % des Körpers betragenden

Muskeln oder an die Knochen mit ihrem grossen Gehalte an Phosphorsäure denken?

Man hat geglaubt, das Gehirn müsste an den Zersetzungsvorgängen im Körper sich in einem grossen Maassstabe betheiligen, da die Erfolge seiner Thätigkeit so eingreifende sind und es den übrigen Körper zum grossen Theile regiert. Lavoisier dachte selbst daran, ein Maass für die Gehirnarbeit zu finden; er glaubte, dass die Zahl der Pulsschläge im directen Verhältniss zur Höhe des bei der Arbeit gehobenen Gewichtes stehe; durch Zählung der Zunahme der Pulsschläge wollte er erkennen, welches Gewicht durch die körperlichen Leistungen eines Redners oder eines spielenden Musikers gehoben wird, oder auch die der psychischen Thätigkeit entsprechende mechanische Arbeit eines denkenden Philosophen oder eines componirenden Musikers ermessen.

Alle Anstrengungen, welche bis jetzt gemacht wurden, einen Einfluss der Gehirnthätigkeit auf den Stoffumsatz nachzuweisen, haben zu keinem Resultate geführt.

Zu der Zeit, als man glaubte, die Thätigkeit jedes Organs drücke sich in einem gesteigerten Eiweissumsatze oder Verbrauch des Organs aus, wollte man auch eine Vermehrung der Stickstoffabgabe im Harn bei Anstrengung des Gehirns finden, so z. B. Boecker, Hammond und Sam. Haughton. Aber damals kannte man die Cautelen, welche bei solchen Untersuchungen eingehalten werden müssen, noch nicht genügend. Später haben Gamgee und Paton[1]) in einer viertägigen Reihe, während welcher die Kost gleichmässig erhalten wurde, bei starker geistiger Arbeit eine Vermehrung des Harnstoffes im Harn, dagegen eine Verminderung der Phosphorsäure beobachtet; Letzterer betont aber ausdrücklich, die Harnstoffsteigerung stehe nur indirect in Beziehung zur geistigen Arbeit, sie sei eine Folge der reichlicheren Ausscheidung des Harns und anderer Secrete. Canzeneuve[2]) war nicht im Stande irgend eine Aenderung dieser Art zu finden.

Man könnte meinen, es werden im Gehirn beim Denken ähnlich wie bei der Muskelarbeit für gewöhnlich nur stickstofffreie

1) Gamgee u. Paton, Journ. of anat. and physiol. V (1871) p. 297.
2) Lépine, Revue mensuelle de méd. et de chir. (1880) p. 167.

Substanzen in grösserer Menge zerstört, aber es hat neuerdings Speck[1]) dabei keine Vermehrung der Kohlensäureausscheidung im Athem gefunden. Bei einer näheren Betrachtung der Sachlage sieht man auch ein, dass dies nicht anders sein kann. Jedes Organ ist nur einer gewissen Thätigkeit fähig und der Grad der Mehrzersetzung darin muss sich im allgemeinen nach der Masse des Organs richten. Das Gehirn und Rückenmark machen nun nur ½ — 2% des Körpers aus, die Muskeln bis zu 45%. Nun ist es nicht wahrscheinlich, dass die Stoffzersetzungen im Gehirn intensiver sind als in einem gleich schweren stark arbeitenden Muskel, ja man könnte sogar glauben, dass dieselben geringfügiger seien, da bei dem Gehirn wohl nicht alle Fasern und Centralapparate zu gleicher Zeit im thätigen Zustande sich befinden wie die Fasern eines contrahirten Muskels, und da ein grosser Theil des Gehirns aus dem Nervenmark besteht, d. h. aus nicht leitender Masse. Die Wirkung der Thätigkeit des Gehirns kann allerdings eine sehr bedeutende sein; diese entspricht jedoch nicht der im Gehirn frei gewordenen lebendigen Kraft, da sie zum grössten Theil nur auf Auslösungsvorgängen beruht. Auch wenn ein einziges Wort eine Armee von Hunderttausenden in Bewegung versetzt, so ist dazu nur wenig Kraft und eine geringe Zersetzung im Gehirn nöthig gewesen.

Am Schlusse meiner Abhandlung fühle ich mich verpflichtet Herrn Dr. E. Voit, Assistent am physiologischen Institut, meinen verbindlichsten Dank für seine vielfache Unterstützung bei meiner Arbeit auszusprechen.

1) Speck, Arch. f. expec. Pathol. u. Pharmoecologie (1882) Bd. 15 S. 81.